





# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

## DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



1	PREMESSA	4
2	PRESCRIZIONI GENERALI	4
2.1	Disposizioni riguardanti i lavori	4
2.1.1	AREE DA ADIBIRE A CANTIERE	4
2.1.2	SICUREZZA E LIBERTÀ' DI TRANSITO	4
2.1.3	TRACCIAMENTO DELLE OPERE	5
2.1.4	INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI SOTTERRANEI	5
2.1.5	GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	5
2.2	PRESCRIZIONI GENERALI RELATIVE AI MATERIALI	5
2.2.1	QUALITÀ DEI MATERIALI	5
2.2.2	MARCATURA CE	6
2.3	REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE OPERE	6
2.4	REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE STRUTTURE PORTANTI	7
3	OPERE DI SCAVO, RINTERRO	8
3.1	PRESCRIZIONI DI VALIDITÀ GENERALE	8
3.2	DISCARICHE NORMALI E SPECIALI	9
3.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	9
3.4	MODALITÀ DI ESECUZIONE DI SCAVI E RINTERRI	10
3.4.1	SCARIFICA SUPERFICIALE	10
3.4.2	TRACCIAMENTI	10
3.4.3	SCAVI DI SBANCAMENTO GENERALE	10
3.4.4	SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA	10
3.4.5	SCAVI DI FONDAZIONE	11
3.4.6	AGGOTTAMENTI	12
3.4.7	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA	12
3.4.8	RINTERRI	12
3.4.9	CONDIZIONI CLIMATICHE	13
4	PALIFICAZIONI E OPERE SPECIALI DI FONDAZIONI	14
4.1	PRESCRIZIONI GENERALI	14
4.1.1	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE	14
4.1.2	PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI	14
4.1.3	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO	15



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

## DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



4.2	TOLLERANZE GEOMETRICHE	15
4.3	MATERIALI	16
4.3.1	ARMATURE METALLICHE	16
4.3.2	CONGLOMERATI CEMENTIZI	16
4.3.3	ARMATURA METALLICA	17
4.4	COLONNE DI CONSOLIDAMENTO TIPO FDP	17
4.4.1	DESCRIZIONE TECNICA DEI PALI FDP	18
4.5	PALI TIPO CFA AD ELICA CONTINUA	18
4.6	PRESCRIZIONI GENERALI PALI	18
4.6.1	TRACCIAMENTO	18
4.6.2	ATTREZZATURE	19
4.6.3	ATTRAVERSAMENTO DI TROVANTI E/O FORMAZIONI ROCCIOSE	19
4.6.4	CONTROLLI	19
4.6.5	FORMAZIONE DELLE ARMATURE METALLICHE	19
4.6.6	FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO	20
4.6.6.1	PREPARAZIONE E TRASPORTO DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	20
4.6.6.2	POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	21
4.6.6.3	CONTROLLI	21
4.6.6.4	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI	22
4.6.7	PROVE DI CONTROLLO SUI PALI	22
4.6.7.1	CONTROLLI NON DISTRUTTIVI	22
4.6.7.2	PROVE GEOFISICHE	22
4.6.7.3	CAROTAGGIO CONTINUO MECCANICO	23
4.6.7.4	SCAVI ATTORNO AL FUSTO DEL PALO	23
5	OPERE IN CALCESTRUZZO	24
5.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	24
5.2	NORME DI RIFERIMENTO	24
5.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE E DEI MATERIALI	25
5.3.1	REQUISITI DI CONFORMITÀ AGGREGATI PER CALCESTRUZZI	25
5.3.2	REQUISITI DI CONFORMITÀ ACCIAIO E ARMATURE	25
5.3.3	REQUISITI DI CONFORMITÀ DEL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO	25
5.4	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI	26
5.4.1	CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE	26
5.4.2	CALCESTRUZZO PER OPERE IN ELEVAZIONE E SOLETTE	26
5.4.3	CALCESTRUZZO PER PILASTRI	26
5.4.4	ACCIAIO PER ARMATURE	27



<b>6</b>	<b>OPERE IN CARPENTERIA METALLICA</b>	<b>28</b>
6.1	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE OPERE	28
6.1.1	CERTIFICAZIONI DEI PRODOTTI	28
6.1.2	CERTIFICAZIONI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	28
6.1.3	REQUISITI DI CONFORMITÀ DEI MATERIALI	28
6.1.4	REQUISITI DI CONFORMITÀ DELLE SALDATURE	29
6.1.5	REQUISITI DI CONFORMITÀ DELLE LAMIERE ZINCATE	29
6.1.6	GRIGLIATI	29
6.2	REQUISITI di conformità dei trattamenti di protezione e finitura	29
6.2.1	TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E FINITURA	30
6.2.2	SABBIATURA	30
6.2.3	ZINCATURA	30
6.2.4	SPAZZOLATURA	31
6.2.5	VERNICIATURE	31
6.2.6	TRATTAMENTI DI PROTEZIONE AL FUOCO	31
6.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI	32
6.3.1	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE	32
6.3.2	CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO S 355 JO	32
6.3.3	PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE	32
6.3.4	BULLONI PER CARPENTERIA METALLICA	32
6.3.5	MALTA CEMENTIZIA ESPANSIVA	32
<b>7</b>	<b>OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE</b>	<b>34</b>
7.1	DESCRIZIONE DEI LAVORI	34
7.2	PRESCRIZIONI GENERALI	34
7.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	35
7.4	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE	35
7.5	CARATTERISTICHE TECNICHE	35
7.5.1	MEMBRANA MULTISTRATO	35
7.5.2	DESCRIZIONE	36



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE  
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



## 1 PREMESSA

Il presente Disciplinare descrive le caratteristiche tecniche e prestazionali degli elementi strutturali del progetto preliminare per il completamento del Polo Universitario di Lodi, comprendendo oltre alle strutture già realizzate della Facoltà di Medicina Veterinaria (Ospedale Veterinario Universitario e il Centro Zootecnico Didattico Sperimentale), anche la realizzazione dell'Ospedale Piccoli Animali oltre alla realizzazione degli edifici per le attività didattiche e dipartimentali della Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Milano.

Tale intervento comprende pertanto la realizzazione di un edificio ospitante aule e laboratori didattici, uno ospitante l'attività dipartimentale e di ricerca dell'Università, l'ampliamento del Centro Zootecnico attraverso la realizzazione di due edifici destinati a mangimificio e lavorazione carne/latte e la ristrutturazione delle sale settorie esistenti all'interno dell'Ospedale Grandi Animali con le relative aree esterne.

## 2 PRESCRIZIONI GENERALI

### 2.1 DISPOSIZIONI RIGUARDANTI I LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le norme di buona tecnica in conformità alle norme vigenti, agli elaborati di progetto e, per ciascuna categoria alle prescrizioni che sono stabilite dal presente Capitolato e dalle relative voci di prezzo. In corso di esecuzione la D.L., a suo insindacabile giudizio, può impartire tutte le istruzioni e le disposizioni necessarie alla perfetta e funzionale esecuzione dei lavori.

#### 2.1.1 AREE DA ADIBIRE A CANTIERE

Le aree destinate a cantiere, di proprietà del Committente, sono quelle interessate dai lavori così come individuate dagli elaborati di progetto e dal Piano di Coordinamento e Sicurezza. Le aree medesime devono essere utilizzate esclusivamente in funzione dei lavori appaltati e quindi non potranno, per nessuna circostanza, essere destinate, sia pure temporaneamente, ad altro uso. La richiesta in concessione ad uso cantiere, o per ausilio cantiere, di aree diverse da quelle oggetto dei lavori è a completo carico e onere dell'Impresa. L'Appaltatore dovrà ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli oneri di concessione imposte dalle Amministrazioni competenti.

#### 2.1.2 SICUREZZA E LIBERTÀ DI TRANSITO

L'Impresa è tenuta a garantire la libertà di transito lungo le vie e i passaggi prossime alle aree di cantiere provvedendo, in caso, all'installazione di opere provvisorie e di segnalazioni diurne e notturne per assicurare la pubblica incolumità. L'Impresa deve osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n.285 e s.m.i. (Codice della strada) e relativo regolamento.



Sono a carico dell'Appaltatore tutte le responsabilità per danni che dovessero derivare alle persone e alle cose. Per patto contrattuale il Committente è esonerato da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo intesi che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente all'Impresa titolare dei lavori.

### 2.1.3 TRACCIAMENTO DELLE OPERE

Il tracciamento delle opere è eseguito dall'Appaltatore e verificato dalla D.L. Per la conduzione di verifiche e rilievi che la D.L. giudichi utile nell'interesse del lavoro, l'Appaltatore è tenuto a somministrare, ad ogni richiesta, e a tutte sue cure e spese, i materiali, il personale e i mezzi necessari all'esecuzione. I capisaldi, i picchetti o le livellette eventualmente rimossi o danneggiati nel corso dei lavori dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore. L'impresa dovrà inoltre attenersi a quelle precise prescrizioni che, riguardo alla forma, dimensioni, numero e qualità dei segnali, saranno disposte dalla D.L.

### 2.1.4 INTERFERENZE CON SERVIZI PUBBLICI SOTTERRANEI

L'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, sulla scorta dei disegni di progetto, deve verificare ed eventualmente determinare con esattezza i punti di interferenza fra le opere di progetto e i servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere). Le attività di verifica comprendono l'esecuzione di saggi, sondaggi e sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti. Nel caso di interferenze, l'Appaltatore ha l'onere di coordinare gli interventi di spostamento mediante richieste, sopralluoghi, verifiche e di fornire, su specifica richiesta degli Enti Gestori, l'assistenza allo spostamento delle infrastrutture. Detti oneri sono compresi nel prezzo a corpo. Nel caso di interferenze che non richiedano lo spostamento dei sottoservizi, i servizi interessati devono essere messi in luce con accurato scavo, anche a mano, fino alla quota di posa delle reti e assicurati con misure di protezione atte ad assicurare il regolare esercizio dei servizi intersecati. Dette lavorazioni devono essere svolte alla presenza di incaricati degli uffici competenti. Restano a carico dell'Appaltatore tutti i danni eventualmente arrecati ai sottoservizi in via diretta e indiretta, e tutte le opere di ripristino che, nel caso, devono essere eseguite con tempestività. Nessun onere aggiuntivo sarà riconosciuto all'Appaltatore per rallentamenti nelle lavorazioni dovuti alla realizzazione delle opere in presenza di sottoservizi e/o alla necessità di spostamento di reti tecnologiche.

### 2.1.5 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La gestione delle terre e rocce da scavo è a cura ed onere dell'Appaltatore e deve essere condotta in conformità al D.M. 10 agosto 2012, n. 161 (gestione dei materiali di scavo) e al D.lgs. 3 aprile 2006 n.152, Norme in materia

## 2.2 PRESCRIZIONI GENERALI RELATIVE AI MATERIALI

### 2.2.1 QUALITÀ DEI MATERIALI



I materiali e i prodotti utilizzati dovranno essere completamente rispondenti all'applicazione e alla funzione a cui sono destinati ed essere posti in opera in conformità alla norme tecniche e ai certificati di omologazione. La rispondenza dei prodotti da costruzione alle prescrizioni normative e di progetto deve essere comprovata da documentazioni tecniche e certificazioni di conformità rilasciate dai produttori.

Le certificazioni dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o dei loro componenti, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove condotte presso laboratori autorizzati in conformità alle norme tecniche di riferimento.

### 2.2.2 MARCATURA CE

Tutti i materiali da costruzione impiegati nella realizzazione dell'Opera devono presentare obbligatoriamente la marchiatura CE in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 e, per le parti vigenti, alla direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione.

Il Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, pubblicato nella GUUE L 88/5 del 04.04.2011, fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio, della quale, restano in vigore sino al 1° luglio 2013, gli articoli da 3 a 28, gli articoli da 36 a 38, gli articoli da 56 a 63, l'articolo 65 e l'articolo 66. Gli allegati I, II, III e V del Regolamento si applicano dal 1° luglio 2013.

Si fa inoltre esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione, al D.P.R. 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione e al D.M. 8 aprile 2010 - Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della Direttiva 89/106/CE.

Le caratteristiche di resistenza e di reazione al fuoco dei materiali sono classificate dalle norme europee UNI EN 13501:2009 - Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione.

### 2.3 REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE OPERE

Al fine di garantire la sicurezza, il contenimento dei consumi energetici, la salubrità degli edifici e il benessere degli utenti, le normative vigenti prescrivono che gli organismi edilizi siano rispondenti a fondamentali requisiti prestazionali. Il presente paragrafo individua i requisiti prestazionali dell'edificio e dei componenti edilizi che lo costituiscono, solai, pareti, facciate, coperture, ecc. Gli strati di materiali diversi, che generalmente costituiscono i componenti edilizi, devono assolvere efficacemente alle specifiche funzioni a cui sono preposti al fine di conferire al "pacchetto" nel suo insieme, le caratteristiche strutturali e prestazionali richieste. In relazione alle funzioni a cui sono preposti, gli elementi costruttivi e gli strati che li compongono, devono garantire il soddisfacimento delle seguenti prestazioni:

- sicurezza d'uso;
- stabilità;



- benessere igrotermico;
- resistenza termica;
- isolamento acustico;
- salubrità;
- qualità estetica;
- rispondenza alle funzioni d'uso;
- durabilità;

### 2.4 REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE STRUTTURE PORTANTI

I componenti con funzione strutturale primaria devono essere realizzati in conformità alle relazioni di calcolo e agli elaborati di progetto, essi devono essere rispondenti ai seguenti requisiti fondamentali.

- **Robustezza della struttura:** La crisi di un elemento o un danno localizzato non devono provocare conseguenze sproporzionate rispetto alla causa che li ha prodotti.
- **Rischio d'incendio:** La struttura deve avere una resistenza al fuoco adeguata rispetto al rischio d'incendio previsto, tenendo in conto i dispositivi di sicurezza previsti.
- **Sensibilità ad eventi eccezionali:** La struttura deve essere in grado di sopportare, nel caso di eventi eccezionali (urti, scoppi, atti di vandalismo), i carichi che sono definiti per tale condizione di carico.
- **Durabilità dell'opera:** Devono essere garantite durabilità e prestazioni nei confronti degli agenti ambientali commisurate alla vita utile prevista per la struttura principale stessa. Nel caso in cui per assicurare la durata richiesta sia necessario prevedere un piano di manutenzione, la struttura dovrà essere accessibile e dovrà essere possibile poter verificare le caratteristiche dei materiali e, se necessario, poter provvedere alla sostituzione di alcuni elementi strutturali.
- **Sensibilità a difetti del materiale:** Il comportamento della struttura deve essere poco sensibile alle possibili disomogeneità del materiale che possano essere presenti nel materiale, soprattutto se realizzato in opera.





### 3 OPERE DI SCAVO, RINTERRO

Il presente capitolo definisce le prescrizioni tecniche, le modalità di esecuzione e i requisiti di accettazione dei materiali e delle lavorazioni inerenti alle opere di scavo, rinterro e formazione dei rilevati e dei piani di posa. Nelle opere di scavo sono comprese le fasi di intervento e le lavorazioni necessarie all'esecuzione delle opere di contenimento previste a progetto prestando particolare attenzione alle prescrizioni che saranno impartite dalla D.L. in fase realizzativa.

#### 3.1 PRESCRIZIONI DI VALIDITÀ GENERALE

L'Appaltatore deve di sua iniziativa predisporre ogni accorgimento e impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza. L'Appaltatore è tenuto ad eseguire, con i propri criteri, e nell'osservanza delle norme vigenti le sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare le spinte dei terreni e delle acque di falda, gli sbarramenti e le segnalazioni atte ad isolare le zone interessate dai lavori, per garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti. L'Appaltatore deve in ogni caso adottare, di sua iniziativa ogni cautela atta a prevenire smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni. Qualora per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni venissero danneggiate altre parti od oltrepassati i limiti di scavo fissati, le parti danneggiate o indebitamente demolite dovranno essere ricostruite a spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione di tutte le opere necessarie, eventualmente anche con installazioni speciali tipo "well-point" o simili per l'aggottamento e l'allontanamento delle acque di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione degli scavi stessi che durante la costruzione delle opere previste entro gli scavi. Lo scavo comprenderà la rimozione e lo smaltimento di tutti i materiali che si rinvergono nello scavo stesso, compresi pietre e trovanti di qualsiasi genere e dimensione. Le pietre, le eventuali strutture di cemento armato e i trovanti di qualsiasi volume e dimensione, che si rinvergono durante il lavoro di scavo saranno demoliti in volumi facilmente asportabili. Le lavorazioni devono essere limitate alle parti ed alle dimensioni stabilite negli elaborati di progetto e conformate alle indicazioni della D.L. Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire le opere già eseguite, iniziare le opere di fondazione e murarie prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di posa delle fondazioni. Sarà onere dell'Appaltatore il trasporto di tutti i materiali di risulta fino al piano di carico ed il successivo trasporto a discarica autorizzata, la pulizia sistematica e finale delle aree di cantiere o altre poste in prossimità dello stesso. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della D.L., dovranno essere accuratamente trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. stessa.

Per quanto sopra descritto sono a carico della ditta appaltante:

- eventuali scarifiche superficiali ed estirpazione di vegetazione e ceppaglie;



- l'esecuzione di tutte le opere provvisorie di puntellazione, passerelle, protezioni, ecc. e quanto altro necessario allo svolgimento dei lavori in condizioni di assoluta sicurezza;
- paleggi ed innalzamenti, carico, trasporto a qualsiasi distanza ed il reperimento dei luoghi in cui avverrà lo scarico;
- tutti gli oneri e magisteri necessari per dare le opere perfettamente idonee alle successive opere di costruzione;
- la sistemazione e la protezione delle scarpate, per lo spianamento del fondo, ed il successivo rinterro contro le murature perimetrali;
- eventuali rimozioni e smaltimenti di tutti i materiali e trovanti che si rinvenivano nello scavo stesso;
- ogni ulteriore spesa di mano d'opera, materiali, noleggi, mezzi necessari per l'esecuzione completa degli scavi;
- predisposizione dei percorsi per l'accesso alle aree di lavoro;
- ripristino dei percorsi di cui al punto precedente;
- verifica della presenza di sottoservizi.

### 3.2 DISCARICHE NORMALI E SPECIALI

Tutti i materiali provenienti dagli scavi di ogni genere e non reimpiegabili nell'ambito delle opere in cantiere, dallo smantellamento di opere provvisorie e/o baraccamenti di cantiere devono essere trasportati alle pubbliche discariche autorizzate, ad esclusione di quelli necessari al successivo riutilizzo e/o quelli per cui la D.L. ha prescritto l'accatastamento presso un deposito o in cantiere. Il reperimento, la disponibilità, l'accessibilità e l'idoneità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a totale sua cura e spesa.

Qualora si dovesse rimuovere o demolire materiale classificato ad alto rischio ambientale o che comunque necessiti il trasporto in idonee discariche speciali l'Appaltatore dovrà farsene carico secondo le modalità e le normative vigenti.

### 3.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere accompagnati da una idonea certificazione d'origine, che ne attesti la conformità alle caratteristiche tecniche richieste a progetto. I materiali provenienti dagli scavi, per ogni zona di provenienza, devono essere qualificati mediante una campagna di indagine e risultare conformi alla destinazione di impiego e alla tipologia di utilizzo, secondo quanto prescritto dal D.Lgs. n. 152/2006. I materiali provenienti da cave di prestito, per ogni zona di provenienza, devono essere qualificati nel rispetto della direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, e devono essere accompagnati dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore), come previsto dal D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione, e dal D.P.R. 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

## DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nel caso di mancanza di dette certificazioni il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.

### 3.4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DI SCAVI E RINTERRI

#### 3.4.1 SCARIFICA SUPERFICIALE

Le operazioni di scarifica, compiute per più passaggi successivi, devono essere compiute fino alla quota prevista dagli elaborati grafici di progetto.

A lavori ultimati tutto il materiale raccolto sarà allontanato dal cantiere fino alla più vicina discarica. L'Appaltatore dovrà accuratamente pulire accuratamente le aree interessata dalle lavorazioni.

#### 3.4.2 TRACCIAMENTI

Prima della realizzazione degli scavi, l'Appaltatore è tenuto alla predisposizione della picchettazione delle aree.

I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiate o rimosse dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

Durante la verifica da parte della D.L. o del Committente dei risultati dei rilievi, l'Appaltatore è tenuto a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari a sua cura e spesa.

#### 3.4.3 SCAVI DI SBANCAMENTO GENERALE

Lo scavo di sbancamento sarà eseguito fino alle linee, profili e livelli richiesti dagli elaborati di progetto. La terra vegetale dovrà essere asportata, ove necessario, per la profondità preventivamente concordata con la D.L., senza mescolarla con il terreno sottostante. La terra vegetale sarà accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla D.L. o trasportata ad impianti di stoccaggio, di recupero o a discarica; Nelle aree che devono essere occupate da strutture o pavimentazioni il terreno non consolidabile dovrà essere rimosso. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere allo scavo temporaneo di scoli adeguati per evitare allagamenti dovuti alle acque piovane nelle zone di lavoro, oltre ai canali di scolo definitivi eventualmente previsti nei disegni.

In corrispondenza di aree non soggette ad ulteriori scavi è richiesta la rullatura mediante rulli statici o a piede di montone delle aree scavate fino a raggiungere la compattezza necessaria. Il piano di scavo sarà compattato fino ad un addensamento pari ad almeno il 95% secondo il metodo AASHO o AASHTO modificato.

#### 3.4.4 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Gli scavi a sezione obbligata sono quelli chiusi fra pareti riproducti il perimetro di fondazioni o il tracciato di condotte ed ubicati al disotto del piano di sbancamento o di splateamento di cui al punto precedente, ovvero al disotto del piano di campagna nel caso che gli scavi a sezione obbligata siano ubicati in zone dove lo sbancamento o splateamento non sia stato eseguito.

Quando non diversamente prescritto in sede esecutiva, le pareti degli scavi a sezione obbligata sono da prevedersi verticali.



L'Appaltatore deve comunque provvedere, a sua cura e spese, a contenere le pareti stesse mediante adeguate opere di sostegno. Ove possibile e previa autorizzazione della D.L. ovvero quando ciò sia necessario in relazione alla natura del lavoro, può essere consentito all'Appaltatore di sostituire le suddette opere di sostegno con la maggiore inclinazione delle pareti necessaria a raggiungere la pendenza naturale del terreno; in ogni caso non viene però compensato né il maggior volume di scavo eseguito rispetto a quello a pareti verticali né il rinterro con idonei materiali o il riempimento con muratura o getti del maggior vano creatosi.

Gli scavi eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta dovranno essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e spese dell'Appaltatore.

Qualora parte degli scavi avvenisse in zona pantanosa o in presenza di acqua freatica, l'Appaltatore dovrà provvedere all'installazione di pompe, apparecchiature speciali tipo well-point o realizzare canali provvisori per allontanare o deviare dette acque superficiali le quali potrebbero anche essere accumulate in fosse da riempire successivamente con sabbia o altro materiale idoneo.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo e trasportate a discarica.

### 3.4.5 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Le quote del piano di scavo sono determinate dagli elaborati di progetto per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno di adeguata capacità portante prevista in progetto. I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate. Le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prescritta dalla Direzione Lavori ma in tal caso, non sarà pagato il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza. L'Impresa dovrà provvedere al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Impresa dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.



### 3.4.6 AGGOTTAMENTI

Durante il corso degli scavi e la formazione delle opere di fondazione in calcestruzzo impermeabile il fondo dello scavo deve essere mantenuto costantemente asciutto. Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni. I mezzi impiegati devono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento. Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

### 3.4.7 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA

Per piano di posa si intende il piano del terreno predisposto per la posa del magrone di sottofondazione, la formazione di sottofondi e rilevati o l'allettamento per posa di tubazioni e sottoservizi. Esso potrà essere costituito da terreno naturale o da terreno sottoposto a costipamento. Dal fondo dello scavo dovranno essere completamente asportati e condotti a discarica pietre, radici, rifiuti e qualsiasi altro materiale non idoneo rimasto sul terreno. I piani di posa dovranno essere rullati fino al raggiungimento del grado di compattezza prescritto dagli elaborati di progetto e dovranno risultare privi di dossi o di avvallamenti. Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrologiche e più sfavorevoli. Dove le caratteristiche del terreno rendessero inefficace la rullatura, si procederà, previa specifica autorizzazione della D.L. al seguente intervento di bonifica:

- rimozione degli strati contenenti sostanze torbose minerali ad elevata concentrazione di umidità e/o elasticizzati;
- ripristino della quota di progetto con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.

Nelle aree sede di rinterri non portanti il piano di posa sarà compattato fino ad un addensamento pari ad almeno 90 % in rapporto alla differenza tra la densità in sito prima del costipamento e quella massima ottenuta in laboratorio secondo bollettino secondo il metodo AASHO o AASHTO modificato. Il modulo di deformazione ( $M_e$ ) al primo ciclo di carico non dovrà essere inferiore ai valori dichiarati dalla D.L. e comunque non inferiori a: 50 N/mm<sup>2</sup> (500 kg/cm<sup>2</sup>) nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa.

### 3.4.8 RINTERRI

I rinterri saranno eseguiti con materiali provenienti dagli scavi. In alternativa saranno impiegati materiali nuovi come da indicazioni della D.L. e di progetto. I materiali impiegati per il riempimento devono presentare caratteristiche granulometriche uniformi per evitare che variazioni del contenuto di umidità del terreno provochino delle variazioni di volume localizzato e assestamenti differenziati. Particolare attenzione e cura deve essere posta nell'esecuzione dei rinterri da addossarsi alle intercapedini, alle travi di coronamento, ai pozzetti e ai condotti di impianti per i quali devono essere impiegate materie sciolte, o ghiaiose, escludendo in modo



assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono, si gonfiano e generano spinte.

L'esecuzione dei rinterri e dei riempimenti deve procedere per strati orizzontali di eguale altezza, mai superiore a  $20 \pm 30$  cm, usando ogni diligenza per disporre le materie ben sminuzzate con la massima regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le opere di sostegno e fondazione ed evitare sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie non potranno essere scaricate direttamente contro le strutture, ma dovranno essere depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

### 3.4.9 CONDIZIONI CLIMATICHE

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale fatte salve particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. pietrame). Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.



#### 4 PALIFICAZIONI E OPERE SPECIALI DI FONDAZIONI

Il presente paragrafo definisce le modalità, le caratteristiche e le prescrizioni tecniche per l'esecuzione di pali tipo CFA e colonne di consolidamento FDP e ottenuti per asportazione del terreno e sostituzione con calcestruzzo armato e non.

##### 4.1 PRESCRIZIONI GENERALI

La scelta delle attrezzature di scavo ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicata dall'Appaltatore alla D.L.

Se richiesto dalla D.L., in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e modalità sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

##### 4.1.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi, dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

##### 4.1.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova (pali pilota).

I pali prova saranno eseguiti in ragione dello 1% del numero totale dei pali con un minimo di due pali prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto, e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. Tali prove dovranno essere fatte in conformità al punto 6.4.3.7.1 (prove di progetto sui pali pilota) del D.M. 14/01/2008.

I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.



In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come dalla Normativa vigente, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per poter determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; prove di controllo non distruttive ed a ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità della modalità esecutiva, sempre secondo quanto previsto dalla Normativa vigente.

Nel caso l'Impresa, proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese, alle prove tecnologiche sopra descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare e comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori. Le opere realizzate senza la preventiva autorizzazione della D.L. non saranno accettate.

Il costo delle prove è a carico dell'Impresa.

### 4.1.3 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua o di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la formazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

### 4.2 TOLLERANZE GEOMETRICHE

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni in progetto:

- coordinate planimetriche del centro      2 cm;
- verticalità                                              2%;
- lunghezza                                              ± 5 cm;
- diametro finito                                              ± 2%;
- quota testa di palo                                              ± 5 cm.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " - 0,01 x D" e "0,1 x D";
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " - 0,01 x D" e "0,1 x D".

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si





rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

### 4.3 MATERIALI

Le prescrizioni che seguono sono integrative di quelle di Norma (per quanto riguarda i calcestruzzi) che si intendono integralmente applicabili.

#### 4.3.1 ARMATURE METALLICHE

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali e da anelli di irrigidimento interni ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza appoggiarla sul fondo del foro. Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Non è ammessa di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce il centro, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 3 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6 cm rispetto al diametro nominale del foro nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m. Le gabbie di armatura dovranno perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto; ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante l'impiego di un adeguato numero di morsetti.

#### 4.3.2 CONGLOMERATI CEMENTIZI

I pali dovranno essere formati con conglomerato cementizio, ghiaia e sabbia pulitissime e acqua pulita priva di sostanze organiche limose o argillose. Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno garantire il rispetto dei seguenti requisiti, secondo quanto prescritto dagli elaborati di progetto:

- Classe di resistenza del calcestruzzo: resistenza caratteristica secondo UNI EN 206-1 e UNI EN 197-1;
- Classe di esposizione (UNI EN 206-1 e UNI 11104): il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno;
- Classe di abbassamento al cono: la classe di slump deve garantire la lavorabilità in fase di getto;
- Dimensione massima dell'inerte: la dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2,0 = i_{min.}$ , dove  $i_{min.}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali.



- Rapporto massimo a/c per durabilità: valore del rapporto acqua/cemento non dovrà di norma superare il limite di 0,6, umidità degli inerti compresa.  
Preparazione e trasporto del calcestruzzo: il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto. L'Appaltatore pertanto dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.  
Ogni qualvolta si debba procedere al getto del conglomerato in presenza di acqua, il dosaggio di cemento dovrà essere corretto adeguatamente al fine di mantenere il valore di a/c finale entro i limiti indicati.

### 4.3.3 ARMATURA METALLICA

L'armatura metallica sarà costituita da barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C laminato a caldo, secondo D.M. 23-9-2005, classe di duttilità C secondo Eurocodice 2, appendice C.1.

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450$  MPa

Tensione caratteristica di rottura e rapporti tra le tensioni  $f_{tk} \geq 540$  MPa

$1.13 \leq (f_t / f_y) k \leq 1.35$

$(f_y / f_{y,nom}) k \leq 1.25$

Allungamento percentuale caratteristico (Agt)  $k \geq 7,0$  %

Per la realizzazione delle travi di coronamento l'Appaltatore impiegherà materiali conformi alle caratteristiche di seguito prescritte facendo riferimento, per quanto attiene alle prescrizioni generali e alle modalità di esecuzione, alle indicazioni riportate nel capitolo sulle opere in calcestruzzo.

### 4.4 COLONNE DI CONSOLIDAMENTO TIPO FDP

Il progetto prevede la realizzazione di colonne di consolidamento e pali di fondazione FDP (Full Displacement Pile) o "Pali rotopressati a costipamento laterale" senza asportazione di terreno.

Le colonne di consolidamento del terreno di fondazione armati con gabbie interrotte a quota intradosso platea. Il progetto non prevede alcun collegamento strutturale fra platea e colonna di consolidamento.

Caratteristiche dimensionali:

- diametro minimo dei pali: 620 mm
- lunghezza minima dei pali: 14.000 mm
- copriferro: 50 mm

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto. Le macchine e le attrezzature utilizzate saranno soggette a costante manutenzione e poste in opera in posizione defilata ai lavoratori impiegati in altre attività. Le attività a maggiori livelli di emissione sonora saranno



effettuate in orari che tengano in debita considerazione gli edifici circostanti. I pali dovranno essere eseguiti nel numero e nelle posizioni di progetto.

#### 4.4.1 DESCRIZIONE TECNICA DEI PALI FDP

I pali trivellati di fondazione con tecnologia FDP (Full Displacement Pile) o palo a spostamento laterale sono realizzati usando una speciale attrezzatura che mentre perfora il terreno, convoglia e compatta il materiale sulle pareti laterali del foro. La compattazione del terreno, aumentando la resistenza laterale della pareti del foro, migliora la resistenza del palo stesso. La tecnica esecutiva prevede le seguenti fasi di lavorazione:

- Posizionamento dell'attrezzatura da perforazione.
- Lo scavo e la costipazione laterale del terreno sono realizzati con appositi utensili a rotazione continua ed avanzamento.
- Raggiunta la profondità di progetto, il palo viene realizzato mediante l'iniezione di cemento attraverso la cavità dell'utensile.
- Estratto l'utensile di perforazione e completato il getto, la gabbia di armatura e installata per gravità o mediante l'ausilio di appositi vibratorii.
- Eventuale scapitozzatura del palo e ripresa dei ferri di armatura per collegamenti strutturati con travi di coronamento o fondazione.

#### 4.5 PALI TIPO CFA AD ELICA CONTINUA

Pali C.F.A. (Continuous Flight Auger) trivellati fino a 20 m di profondità, con elica continua gettato in opera con calcestruzzo pressato. La lavorazione include la trivellazione in terreni sciolti anche in presenza di trovanti fino ad 1.00 m di spessore; la fornitura del calcestruzzo con classe di resistenza C20/25; il maggior consumo di calcestruzzo fino al 10% del volume teorico del palo; l'impiego di attrezzature per il getto del calcestruzzo atte ad impedire il dilavamento e la segregazione dei componenti; il tracciamento dei punti di infissione, la formazione di accessi e piani di lavoro, l'assistenza dell'Impresa, la rettifica o scapitozzatura delle teste; il carico, il trasporto alle discariche autorizzate di tutti i materiali di risulta, l'armatura metallica. Diametro  $\varnothing 600$  mm.

#### 4.6 PRESCRIZIONI GENERALI PALI

##### 4.6.1 TRACCIAMENTO

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo. Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida



dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

### 4.6.2 ATTREZZATURE

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti. Marcature disposte ad intervalli regolari (1÷2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando. La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

### 4.6.3 ATTRAVERSAMENTO DI TROVANTI E/O FORMAZIONI ROCCIOSE

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

### 4.6.4 CONTROLLI

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplatea, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

### 4.6.5 FORMAZIONE DELLE ARMATURE METALLICHE

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche ed essere conformi al progetto. Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm. Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diam. 12÷15 cm. - larghezza > 6 cm.) con perno in tondino metallico fissato a due



ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4m.

Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con inerti inferiori ai 2,0 cm, a 10 cm con inerti di classe superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine. Messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera a sua cura e spese, nel 2% del numero totale di pali trivellati di diametro  $\geq 700$  mm con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

#### 4.6.6 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO

##### 4.6.6.1 PREPARAZIONE E TRASPORTO DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Si impiegheranno almeno tre classi di inerti; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una granulometria che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 Mpa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm; per le modalità da seguire nello "Slump Test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto successivamente.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un opportuno additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed alla approvazione preventiva della Direzione Lavori. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 mc/h per pali di diametro  $< 800$  mm e di 20 mc/h per pali di diametro  $\geq 800$  mm.



La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultati dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

#### 4.6.6.2 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m. di un tubo in acciaio avente diametro interno 20÷25 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m<sup>3</sup> e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro.

Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico o polimeri biodegradabili, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m. di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m. e massima di 6 m.

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplatea.

#### 4.6.6.3 CONTROLLI

L'impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori:
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 10 m<sup>3</sup> di conglomerato cementizio impiegato;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.
- Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà



fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

- In base a questo rilievo potrà essere riconosciuto l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

#### 4.6.6.4 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

identificazione del palo;

data di inizio perforazione e di fine getto;

risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;

profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;

profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;

"slump" del conglomerato cementizio;

assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;

"profilo di getto" ove richiesto;

risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli inerti di cui al punto precedente.

#### 4.6.7 PROVE DI CONTROLLO SUI PALI

##### 4.6.7.1 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, senza comprometterne l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

a) prove geofisiche;

b) carotaggio continuo meccanico;

c) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

##### 4.6.7.2 PROVE GEOFISICHE

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di grande diametro  $\geq 800$  mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.



Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno pari ad almeno due per pali aventi diametro  $\leq 1200$  mm e pari ad almeno tre per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Il costo delle prove sarà a carico dell'Impresa.

#### 4.6.7.3 CAROTAGGIO CONTINUO MECCANICO

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

#### 4.6.7.4 SCAVI ATTORNO AL FUSTO DEL PALO

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m. di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.





### 5 OPERE IN CALCESTRUZZO

Il presente capitolo definisce le caratteristiche tecniche, le modalità di esecuzione, di accettazione e collaudo, delle opere in calcestruzzo armato.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, le casseforme, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

#### 5.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le strutture del Nuovo Polo Universitario di Lodi si sviluppano fuori terra e consistono in:

- Platea di fondazione in calcestruzzo armato;
- Solette piene in calcestruzzo armato e solette alleggerite Leca 1800;
- Pareti e pilastri in calcestruzzo armato;
- Nuclei scale e in calcestruzzo armato;
- Armature opere in c.a. composte da barre e profili in acciaio annegati nel getto, complete di piatti di connessioni, di piastre forate per passaggi ferri d'armatura, profili composti, pioli nelson, ferri di ripresa e quant'altro disposto dagli elaborati di progetto;

#### 5.2 NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI EN 197-1:2007	Composizione, specificazioni e criteri di conformità dei cementi
UNI EN 197-2:2001	Cemento: valutazione della conformità
UNI EN 1008:2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo
UNI EN 12620:2008	Aggregati per il calcestruzzo - caratteristiche chimico/fisiche degli aggregati da utilizzarsi nel confezionamento di conglomerati cementizi.



UNI	EN	Acciaio d'armatura per calcestruzzo -
10080:2005		Acciaio d'armatura saldabile -
		Generalità

### 5.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE E DEI MATERIALI

#### 5.3.1 REQUISITI DI CONFORMITÀ AGGREGATI PER CALCESTRUZZI

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella relativa Tab. 11.2.II. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III dell'art. 11.2.9.2 del D.M. 14.01.2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

I controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, sono finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV del DPR n.246/93.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520 -1:2005 e UNI 8520-2:2005 - Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

#### 5.3.2 REQUISITI DI CONFORMITÀ ACCIAIO E ARMATURE

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4 delle Norme Tecniche. Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 delle Norme Tecniche.

Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro F compreso tra 6 e 40 mm.

Prima della fornitura in cantiere le armature metalliche possono essere saldate, presagomate (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblate (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 delle Norme Tecniche.

#### 5.3.3 REQUISITI DI CONFORMITÀ DEL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D,M.14/01/08) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.



Sul calcestruzzo dovranno essere effettuate le fasi di controllo previste dal D.M. 14/01/08:

Valutazione preliminare della resistenza per determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.

### 5.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione delle opere dovranno essere corredati da certificazioni che ne attestino:

- provenienza;
- composizione chimica secondo classificazioni normate;
- caratteristiche prestazionali secondo normativa vigente.

#### 5.4.1 CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE

Calcestruzzo per opere di fondazione e opere esterne interrato secondo UNI-EN 206-1:2006; UNI 11104:2004 e D.M. 14-1-2008:

- Classe di esposizione: XC2
- Classe di resistenza: C25/30
- Massimo rapporto a/c per durabilità: 0,52
- Minimo contenuto cemento per durabilità: 300 Kg/m<sup>3</sup>
- Dimensione massima aggregato: 32 mm
- Classe di Slump al momento del getto: S4

In funzione delle temperature (in particolare con clima estivo) dovranno essere previsti additivi supplementari atti a mantenere pressoché inalterate le caratteristiche di lavorabilità della miscela fino al momento della messa in opera.

#### 5.4.2 CALCESTRUZZO PER OPERE IN ELEVAZIONE E SOLETTE

Calcestruzzo per strutture in elevazione e solette secondo UNI-EN 206-1:2006; UNI 11104:2004 e D.M. 14-1-2008:

- Classe di esposizione: XC1 -XC3
- Classe di resistenza: C32/40
- Massimo rapporto a/c per durabilità: 0,50
- Minimo contenuto cemento per durabilità: 300 Kg/m<sup>3</sup>
- Classe di Slump al momento del getto: S4
- Dimensione massima aggregato: 20 mm

#### 5.4.3 CALCESTRUZZO PER PILASTRI

Calcestruzzo per pilastri secondo UNI-EN 206-1:2006; UNI 11104:2004 e D.M. 14-1-2008:



- Classe di esposizione:	XC1 -XC3
- Classe di resistenza:	C40/50
- Massimo rapporto a/c per durabilità:	0,50
- Minimo contenuto cemento per durabilità:	300 Kg/m <sup>3</sup>
- Classe di Slump al momento del getto:	S4
- Dimensione massima aggregato:	20 mm

#### 5.4.4 ACCIAIO PER ARMATURE

Barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C laminato a caldo secondo D.M. 14-1-2008 e UNI EN 1992-1-1:2005:

- Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Valore minimo di $k = (f_t/f_y)_k$ :	$1,15 \leq k < 1,35$
- Tensione di snervamento nominale:	$(f_y/f_{y,nom})_k \leq 1,25$
- Allungamento caratteristico al carico massimo:	$e_{uk} \geq 7.5\%$
- Modulo di elasticità medio:	$E_{sm} = 200 \text{ GPa}$



### 6 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Le strutture portanti e di appoggio o di ancoraggio, di qualsiasi sezione e dimensione saranno realizzate secondo le tipologie e dimensioni di progetto compresa la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi.

L'impresa esecutrice redigerà il progetto costruttivo di officina comprendente la progettazione delle metodologie di montaggio e loro chiarificazione a mezzo di relazione scritta.

Prima dell'inizio dei lavori l'impresa esecutrice dovrà consegnare al Direttore dei lavori l'accettazione scritta della relazione di calcolo redatto dal calcolatore delle strutture della Stazione Appaltante ai sensi dell'art. 1 della Legge 5.11.1971 n.1086.

#### 6.1 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE OPERE

##### 6.1.1 CERTIFICAZIONI DEI PRODOTTI

Tutti i prodotti devono presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo ed essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. La marchiatura deve risultare depositata presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. I materiali privi di marcatura o con marcatura anche parzialmente illeggibile saranno rifiutati dalla D.L. Copia della documentazione deve essere consegnata alla D.L.

##### 6.1.2 CERTIFICAZIONI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di cui sopra e dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciate dalle ferriere.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata in aggiunta alla documentazione di cui al punto 11.3.1.5 del D.M. 14.01.08 e da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore dello stabilimento e dall'attestato di cui sopra.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura deve essere depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

##### 6.1.3 REQUISITI DI CONFORMITÀ DEI MATERIALI

In generale i materiali metallici devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente in fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi devono risultare, all'analisi chimica, esenti da impurità e sostanze anomale e inoltre la loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare la corretta riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni.



Le caratteristiche dell'acciaio e dei materiali impiegati nelle opere in carpenteria metallica devono essere rispondenti alle prescrizioni di progetto in conformità al D.M. 14.1.2008 e alle norme UNI EN ISO 9001:2008 e UNI EN 10025:2005.

### 6.1.4 REQUISITI DI CONFORMITÀ DELLE SALDATURE

Le saldature degli acciai saranno eseguite con procedimenti all'arco elettrico codificati dalla norma UNI EN ISO 4063:2010.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare il soddisfacimento dei livelli di qualità stabiliti dagli elaborati di progetto. L'esecuzione dei controlli e la valutazione dei livelli di accettabilità saranno condotte secondo UNI EN ISO 17635:2010.

### 6.1.5 REQUISITI DI CONFORMITÀ DELLE LAMIERE ZINCATE

Gli elementi di lamiera grecata, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri marcati CE. La zincatura a caldo delle lamiere sottili di acciaio deve essere effettuata secondo norma UNI EN ISO 1461:1999 e comunque nel rispetto delle seguenti delle seguenti prescrizioni:

- gli spessori richiesti devono intendersi al netto della zincatura.
- la tolleranza sulla lunghezza della lamiera deve essere inferiore a 2 mm; il taglio sulla lunghezza deve essere in squadra con una tolleranza che non supera un angolo di 1° di fuori squadra; non sono ammesse deformazioni di nessun tipo dovute al taglio.

### 6.1.6 GRIGLIATI

I grigliati elettrofusi devono avere maglie e caratteristiche integralmente rispondenti a quanto indicato agli elaborati grafici di progetto.

Gli elementi saranno realizzati con acciaio S 235 JR e protetti a mezzo di zincatura a caldo secondo quanto indicato dalla UNI EN ISO 1461:1999. La struttura degli elementi sarà composta da barre portanti e barre trasversali: il nodo di unione tra i due componenti sarà caratterizzato da una completa compenetrazione delle barre trasversali nelle barre portanti.

I prodotti giungeranno in cantiere nel loro imballo originale ed essere esenti da qualsiasi difetto o danneggiamento. I grigliati dovranno essere forniti per carichi omogenei, corrispondenti ai singoli lotti di montaggio.

## 6.2 REQUISITI DI CONFORMITÀ DEI TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E FINITURA

Tutte le superfici delle strutture in acciaio devono essere protette dalla corrosione mediante i cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di



superfici in vista o di strutture rivestite. I cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

### 6.2.1 TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E FINITURA

Le opere in carpenteria dovranno essere trattate con i seguenti cicli di protezione e verniciatura:

Strutture interne:

- sabbiatura SA 2 1/2 SS
- primer ai fosfati di zinco 40 µm
- trattamento con vernice intumescente R 90'
- primer intermedio 40 µm
- vernice epossidica: 2 mani da 40 µm ciascuna

Strutture esterne:

- zincatura a caldo 60 µm
- sabbiatura leggera
- primer intermedio 40 µm
- vernice epossidica: 2 mani da 60 µm ciascuna

Salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori, cicli di verniciatura, devono essere effettuati in officina. Completato il montaggio in opera tutti i punti da ritoccare dovranno essere spazzolati e ripristinati.

### 6.2.2 SABBIATURA

Procedere alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che possano compromettere la continuità dello strato protettivo. Eliminare eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Sabbiare a metallo quasi bianco di grado Sa 2 1/2 secondo standard Svensk Standard SIS, specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); gli abrasivi impiegati devono essere fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm. A sabbiatura ultimata, procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate non devono subire umidità e devono essere trattate con prodotto zincante entro le successive 8 ore, prima che si formi un qualsiasi principio di ruggine. Nel caso si verificano formazioni di ruggine prima del trattamento zincante, la sabbiatura deve essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

### 6.2.3 ZINCATURA

La zincatura a caldo delle strutture deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN ISO 1461:2009 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.

La zincatura per immersione in bagno di zinco fuso deve presentare le seguenti caratteristiche:

- Zinco di qualità Zn = 99,90 (UNI 1179:2005);
- quantità minima di zinco per i laminati (profilati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, larghi piatti, ecc)  $\geq 600$  gr/mq;



- quantità minima di zinco per dadi, bulloni ecc.  $\geq 400$  gr/mq (UNI EN ISO 1461:2009);
- lo strato di zinco deve presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie e altri analoghi difetti. Esso deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base;
- sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile, ad eccezione della filettatura dei bulloni e dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi devono potersi agevolmente avvitare ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non devono avere subito deformazioni o alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.

### 6.2.4 SPAZZOLATURA

Ultimato il montaggio in opera delle strutture in acciaio, sabbiare le saldature eseguite in opera. Spazzolare le superfici sabbiare o interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc. per renderle atte a ricevere il trattamento e ripristinare la continuità dello strato protettivo. La spazzolatura, eseguita con attrezzi meccanici, deve essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council). Prima di applicare la verniciatura procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri. L'applicazione del primer zincante deve essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

### 6.2.5 VERNICIATURE

Le verniciature devono essere eseguite in condizioni ambientali idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non procedere all'applicazione dei prodotti vernicianti quando temperatura e umidità dell'aria superano le soglie minima e massima specificate ciascun prodotto. Applicare lo strato successivo solo a completa essiccazione del precedente e proteggere da pioggia o bagnatura in genere ogni lavorazione per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione. Per ogni mano utilizzare tonalità di colore diverse al fine di consentire il controllo della loro applicazione.

### 6.2.6 TRATTAMENTI DI PROTEZIONE AL FUOCO

Le strutture in carpenteria metallica, compresi quelle esistenti, devono essere protette al fuoco secondo le prescrizioni del progetto antincendio.

La tipologia, la quantità di prodotto e il sistema di applicazione devono essere progettati in funzione delle caratteristiche dell'elemento da proteggere e del grado di protezione prescritto dagli elaborati del progetto antincendio.

Per ogni tipologia d'intervento, l'Appaltatore ha l'obbligo di sottoporre all'approvazione della D.L. documentazione tecnica a norma di legge, completa di:

- scheda tecnica prodotto;
- omologazione e/o certificati di prova di tipo sperimentale, analitico o tabellare in corso di validità;
- calcolo degli spessori elaborato sulla specifica applicazione a firma di un professionista abilitato.





Prima di applicare di prodotti di protezione al fuoco tutte le superfici saranno accuratamente pulite, sgrassate e trattate secondo le istruzioni delle ditte produttrici.

### 6.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI

#### 6.3.1 ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

I materiali da impiegare per la realizzazione di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE.

Gli acciai di uso generale da impiegare, sono laminati a caldo in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi, o tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo.

#### 6.3.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO S 355 JO

Acciaio tipo S355 JO secondo UNI EN 1993-1-1 e UNI EN 10025-2:

Tensione caratteristica di snervamento per $t \leq 40$ mm:	$f_{yk} \geq 355$ MPa
Tensione caratteristica di rottura per $t \leq 40$ mm:	$f_{tk} \geq 510$ MPa
Modulo di elasticità medio:	$E_{sm} = 210$ GPa

#### 6.3.3 PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE

I prodotti devono essere conformi alle prescrizioni di cui alla UNI EN 10163:05 parti /1/2/3. Le superfici dei laminati non devono presentare cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. E' tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non superiori alla tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

#### 6.3.4 BULLONI PER CARPENTERIA METALLICA

I bulloni ad alta resistenza, le viti, i dadi, le rosette e tutti gli elementi di collegamento devono essere conformi alle prescrizioni di cui all'Eurocodice 3, e alle seguenti norme tecniche:

UNI EN ISO 898:01 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio

UNI EN ISO 4759:02 - Tolleranze per elementi di collegamento.

#### 6.3.5 MALTA CEMENTIZIA ESPANSIVA

Malta cementizia espansiva, dotata di marcatura CE, applicabile mediante collaggio per spessori centimetrici tra piastra e fondazione o per inghisaggi. La malta deve essere caratterizzata da elevata fluidità e capacità di scorrimento per garantire il riempimento degli spazi sottopiastra e dei fori di inghisaggio, elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio e resistenza ai fenomeni di fatica.



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE  
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



Le prestazioni ottenute con una consistenza di 260 -270 mm, valutate secondo la norma UNI EN 12395/1, devono essere le seguenti:

- adesione al calcestruzzo UNI EN 12615 a taglio > 6 MPa
- modulo elastico UNI EN 13412 28.000 ( ± 2000 ) MPa
- resistenza a compressione UNI EN 12190 28 gg > 75 MPa
- resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1 28 gg > 9 MPa



### 7 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Il presente capitolo definisce le caratteristiche tecniche, le modalità di accettazione e di esecuzione, delle opere di impermeabilizzazione delle strutture di fondazione. Ogni lavorazione dovrà essere svolta con la massima cura, nel rispetto delle indicazioni riportate negli elaborati di grafici e nelle specifiche tecniche e nelle relazioni specialistiche di progetto.

In sede di cantiere, se la D.L. potrà integrare le indicazioni e le modalità di lavoro con disposizioni generate da particolari esigenze di cantiere.

I requisiti qualitativi e prestazionali dei materiali dovranno essere valutati in funzione dei singoli pacchetti.

#### 7.1 DESCRIZIONE DEI LAVORI

Il progetto prevede l'impermeabilizzazione della platea di fondazione.

I requisiti qualitativi e prestazionali dei materiali dovranno essere valutati in funzione dei singoli pacchetti.

#### 7.2 PRESCRIZIONI GENERALI

Le opere di impermeabilizzazione di qualsiasi tipo devono essere eseguiti da personale specializzato. I materiali, esenti da qualsiasi difetto o danneggiamento, dovranno giungere in cantiere nel loro imballo originale per carichi omogenei completi di ogni accessorio per tipologia di lavorazione e fase esecutiva.

Le superfici di posa devono essere convenientemente preparate e, in relazione alla natura del manto, devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per ottenere la perfetta adesione dell'impermeabilizzazione al supporto e la perfetta sigillatura delle giunzioni. Nella preparazione delle superfici di supporto di guaine e similari, gli spigoli vivi dovranno essere arrotondati o tramite la formazione di sgusci o tramite arrotondamento degli stessi con idonee attrezzature.

I manti devono essere risvoltati in corrispondenza delle superfici verticali ed orizzontali con tecniche idonee.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi di canne, risvolti, ecc.

Tutti i fori eseguiti sui manti impermeabilizzanti per l'esecuzione di fissaggi, ancoraggi o eventuali altre esigenze costruttive non diversamente risolvibili, devono essere perfettamente sigillati con prodotto specifico in funzione della tipologia di manto impiegato. A lavori ultimati le superficie trattate devono mostrarsi omogenee e senza soluzioni di continuità.

I prodotti sigillanti e la modalità di esecuzione della lavorazione devono essere approvati dalla D.L.

L'Appaltatore, con congruo anticipo sull'inizio dei lavori, deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori il campionamento di ogni singolo prodotto, collante e accessorio facente parte dei sistemi impiegati corredato di documentazione tecnica completa e certificazioni CE conformi alle norme vigenti in



cui siano chiaramente indicati le caratteristiche tecniche dei singoli componenti costituenti il sistema e del sistema nel suo insieme.

### 7.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

L'Appaltatore, con congruo anticipo sui tempi di lavorazione, deve presentare documentazione tecnica completa di certificazione CE, schede tecniche dei materiali e dei sistemi di posa prescelti per la specifica applicazione.

La Direzione Lavori in fase di accettazione verificherà la conformità dei prodotti e dei sistemi di posa alle indicazioni di progetto e ai requisiti prestazionali richiesti mediante prove di laboratorio sui singoli materiali e prove di laboratorio condotte sulle campioni riproducenti il "pacchetto" completo dell'elemento costruttivo oggetto di verifica. Il tutto come specificato nei capitoli relativi ai requisiti prestazionali e alle campionature.

La conformità dei materiali ai requisiti prestazionali prescritti dagli elaborati del progetto di prevenzione incendi deve essere attestata dall'Appaltatore mediante l'emissione di:

Dichiarazione di Conformità nel settore della reazione al fuoco ai sensi del D.M. 26.06.84 (modello dichiarazione di conformità 2008);

### 7.4 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE

In fase di esecuzione la Direzione Lavori verificherà che la posa in opera dei singoli strati sia eseguita a perfetta regola d'arte, nella sequenza prevista e alle quote di progetto.

L'accettazione delle opere di impermeabilizzazione eseguite sarà definitiva solo al termine della lavorazione previa l'esecuzione di prove di tenuta in situ, eseguite ad onere e spese dell'appaltatore.

L'accettazione delle opere eseguite sarà definitiva solo al termine dell'intero ciclo di realizzazione degli elementi costruttivi "a pacchetto" e alla verifica che l'esito delle prove condotte in situ soddisfi i requisiti prestazionali di progetto.

La messa in opera dei materiali di seguito descritti dovrà essere perfettamente aderente a quanto indicato negli elaborati grafici e descrittivi di progetto

In sede di cantiere, se la D.L. e i Progettisti lo riterranno opportuno, le indicazioni e le modalità di lavoro saranno integrate da disposizioni generate da particolari esigenze di cantiere.

### 7.5 CARATTERISTICHE TECNICHE

#### 7.5.1 MEMBRANA MULTISTRATO

Membrana multistrato pre-getto Preprufe 300R (platea) o equivalente, in polietilene ad alta densità (HDPE), resistente ad agenti chimici disciolti in acqua, accoppiato ad una speciale matrice multilaminare, che sviluppa un'adesione completa e permanente al getto di calcestruzzo, generando una microcompartimentazione, con migrazione laterale impedita.



### 7.5.2 DESCRIZIONE

Le membrane Preprufe sono composte da un robusto film di polietilene ad alta densità (HDPE), impermeabile ad acqua, vapore e gas Radon, accoppiato ad una speciale matrice multilaminare. Il calcestruzzo, nella sua fase di indurimento, si incastra progressivamente nella matrice e, grazie all'Advanced Bond Technology, si realizza la completa adesione tra impermeabilizzazione e struttura.

- Preprufe 300R membrana pre-getto con spessore di 1,2 mm, utilizzabile per applicazioni in condizioni impegnative come platee ad elevato spessore e con sistemi di armatura complessi e pesanti.

Preprufe protegge le strutture interrato dall'azione dell'acqua presente nel terreno: meteorica, di falda, anche in pressione, sotto platea orizzontale e contro paratia, diaframma o struttura esistente in verticale. Preprufe protegge anche dalle infiltrazioni di gas Radon.